

## INTISARI

Pemanfaatan teknologi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) membuka peluang yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi monitoring tanaman kelapa sawit. Meskipun demikian, analisis citra UAV pada praktiknya masih banyak dilakukan secara manual, sehingga membutuhkan waktu yang relatif lama dan berpotensi menimbulkan kesalahan akibat faktor manusia. Berangkat dari permasalahan tersebut, proyek akhir ini berfokus pada pengembangan sebuah *prototype* aplikasi desktop yang mampu melakukan pemetaan umur, kepadatan, dan tingkat kesehatan tanaman kelapa sawit secara otomatis dengan memanfaatkan citra UAV RGB (*Red, Green, Blue*), sebagai upaya mendukung pengelolaan perkebunan yang lebih akurat dan berkelanjutan.

Pendekatan yang diterapkan memanfaatkan kemampuan algoritma YOLOv11 untuk mengenali dan mendeteksi objek pohon kelapa sawit pada citra UAV. Informasi hasil deteksi selanjutnya dimanfaatkan untuk memperkirakan umur tanaman berdasarkan lebar *bounding box* serta untuk menghitung kepadatan tanaman atau SPH berdasarkan jumlah pohon pada luasan tertentu. Untuk memperoleh pemisahan area vegetasi yang lebih detail, algoritma SAM 2 diterapkan dalam proses segmentasi, sementara kondisi kesehatan tanaman dianalisis menggunakan indeks vegetasi VARI. Seluruh proses tersebut dirancang agar saling terintegrasi dalam satu sistem pemetaan yang utuh.

Kinerja sistem yang dikembangkan menunjukkan kemampuan yang sangat baik dalam mendeteksi dan menganalisis tanaman kelapa sawit. Algoritma YOLOv11 menghasilkan nilai *precision* sebesar 97,7%, *recall* sebesar 96%, *accuracy* sebesar 90,3%, dan *F1-score* sebesar 96%, yang mencerminkan tingkat keandalan deteksi yang tinggi. Pada proses segmentasi, SAM 2 mencapai *pixel accuracy* sebesar 84,9% dan *Dice Coefficient* sebesar 91,7%, disertai nilai *True Positive Rate* sebesar 97,6% dan *False Positive Rate* sebesar 90,1%. Integrasi seluruh sistem tersebut berhasil diwujudkan dalam sebuah aplikasi desktop interaktif yang mampu menyajikan hasil analisis dalam bentuk citra, laporan tertulis, serta grafik kesehatan tanaman. Berdasarkan pengujian usability, aplikasi memperoleh *grade C* yang menunjukkan bahwa sistem mudah digunakan dan berfungsi secara efektif dalam mendukung pengelolaan perkebunan kelapa sawit.

Kata kunci: YOLOv11, SAM2, VARI, UAV, Kelapa Sawit, *Prototype*

## ABSTRACT

*The utilization of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) technology offers significant potential to improve the efficiency of oil palm plantation monitoring. However, in practice, UAV image analysis is still largely performed manually, which is time-consuming and is prone to human error. In response to this challenge, this final project focuses on the development of a desktop application prototype capable of automatically mapping oil palm tree age, density, and health condition using UAV RGB (Red, Green, Blue) imagery, thereby supporting more accurate and sustainable plantation management.*

*The proposed approach leverages the capability of the YOLOv11 algorithm to detect oil palm trees from UAV imagery. The detection results are subsequently used to estimate tree age based on the width of the bounding box and to calculate planting density or SPH (Stems Per Hectare), according to the number of detected trees within a given area. To achieve a more detailed separation of vegetated areas, the SAM 2 algorithm is applied for vegetation segmentation, while plant health conditions are assessed using the Visible Atmospherically Resistant Index (VARI). All analytical processes are designed to operate in an integrated manner within a unified mapping system.*

*The developed system demonstrates strong performance in oil palm tree detection and analysis. The YOLOv11 algorithm achieves a precision of 97.7%, a recall of 96%, an accuracy of 90.3%, and an F1-score of 96%, indicating a high level of detection reliability. In the segmentation process, SAM 2 attains a pixel accuracy of 84.9% and a Dice Coefficient of 91.7%, accompanied by a True Positive Rate of 97.6% and a False Positive Rate of 90.1%. The integration of all components is successfully realized in an interactive desktop application that presents analytical results in the form of imagery, written reports, and plant health distribution graphs. Based on the usability evaluation, the application receives a grade of C, indicating that the system is easy to use and functions effectively in supporting oil palm plantation management.*

Keywords: YOLOv11, SAM2, VARI, UAV, Oil Palm, Prototype